



DE LAST-PAKKER JH-125

- een oriënterende studie naar de inzet van een met de hand geleide uitdraag-
rupstrekker in een tweede dunning van groveden gericht op toekomstbomen

K. Rotteveel

RIJKSINSTITUUT VOOR ONDERZOEK IN DE BOS- EN
LANDSCHAPSBOUW "DE DORSCHKAMP"
WAGENINGEN

Rapport nr. 487

1987

247907

DE LAST-PAKKER JH-125

- een oriënterende studie naar de inzet van een met de hand geleide uitdraag-
rupstrekker in een tweede dunning van groveden gericht op toekomstbomen

K. Rotteveel

RIJKSINSTITUUT VOOR ONDERZOEK IN DE BOS- EN
LANDSCHAPSBOUW "DE DORSCHKAMP"
WAGENINGEN

Rapport nr. 487

INHOUDSOPGAVE

	blz.
SAMENVATTING	5
INLEIDING	7
1. LAST-PAKKER JH-125	8
1.1. Techniek	8
1.2. Werkmethode	10
2. ONDERZOEK	12
3. UITKOMSTEN	13
3.1. Inzet	13
3.2. Tijdstudie	13
3.3 Kosten	16
3.4. Ergonomie	17
3.4.1. Fysieke belasting	17
3.4.2. Veiligheid	18
3.4.3. Taakstelling	18
4. DISCUSSIE	20
5 CONCLUSIES	22
LITERATUUR	23
BIJLAGEN	24

SAMENVATTING

De Last-Pakker JH 125, een met de hand geleide sleep-/uitdraagrupstrekker werd in een tweede dunning van groveden (stamtal voor dunning ca. 1200 st/ha, dbh (1) dunning gemiddeld 15 cm, geoogst 140 st/ha) ingezet als uitdraagtrekker. De dunning was gericht op toekomstbomen. Er werd geoogst volgens de korthoutmethode. De helft van de opstand werd ter vergelijking gedund volgens de langhoutmethode waarbij uitgesleept werd met een paard, de traditionele methode in dergelijke dunningen. De Last-Pakker biedt ergonomisch een aantal voordelen, waarvan het uitsnoeien op heuphoogte de belangrijkste is. De produktie bij gebruik van de machine - ca. $0.62 \text{ m}^3/\text{uur}$ - ligt ca. 40% hoger dan bij de traditionele methode. De gemiddelde kosten per m^3 van beide methoden verschillen niet. Deze bedragen ca. f83,- per m^3 met schors.

(1) dbh - diameter op borsthoogte, 1.30 m

INLEIDING

De oogst van hout uit jonge dunningen is in Nederland zelden kostendekkend. Daar komt nog bij dat in deze opstanden de fysieke belasting van de bosarbeider hoog is. Door het ontwikkelen van nieuwe werkmethoden en machines wordt getracht de oogstkosten te verlagen en te komen tot een acceptabele fysieke belasting. Integratie van oogstwerkzaamheden, waarbij vooral aandacht aan verbetering van het velingswerk wordt besteed, staat hierbij centraal.

In 1986 werd in Nederland onder de naam Last-Pakker de Zweedse sleep-/uitdraagtrekker "Järnhästen" (letterlijk: ijzeren paard) geïntroduceerd. In Scandinavië, waar men "Järnhästen" ook gebruikt bij transport van o.a. plantmateriaal, wild en kunstmest wordt deze machine sinds een aantal jaren ingezet in jonge dunningen. Zowel op economisch als ergonomisch terrein boekt de Last-Pakker in Scandinavië positieve resultaten (Nordfjell, T. en M. Håkansson, 1985).

De Dorschkamp onderzocht de inzet van de Last-Pakker in een tweede dunnning van groveden volgens de korthoutmethode. In de dunning werden alleen toekomstbomen vrijgesteld, ca. 100 per ha. De machine werd gebruikt als uitdraagtrekker. Ter vergelijking werd in dezelfde opstand een deel volgens de langhoutmethode geoogst. Daarbij werd uitgesleept met een paard.

Het onderzoek werd voorafgegaan door een dag lang instructie door de leverancier, met behulp van een daarvoor in Scandinavië ontwikkelde videoband, en een week training.

Achtereenvolgens worden beschreven de techniek van en de werkmethode behorend bij de Last-Pakker, de uitvoering van het onderzoek en de resultaten daarvan. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen economische en ergonomische aspecten.

1. LAST-PAKKER JH-125

De Last-Pakker is een kleine rupstrekker primair ontworpen voor het uitrijden van korthout in eerste dunningen. Inzet als sleepwerktuig is eveneens mogelijk.

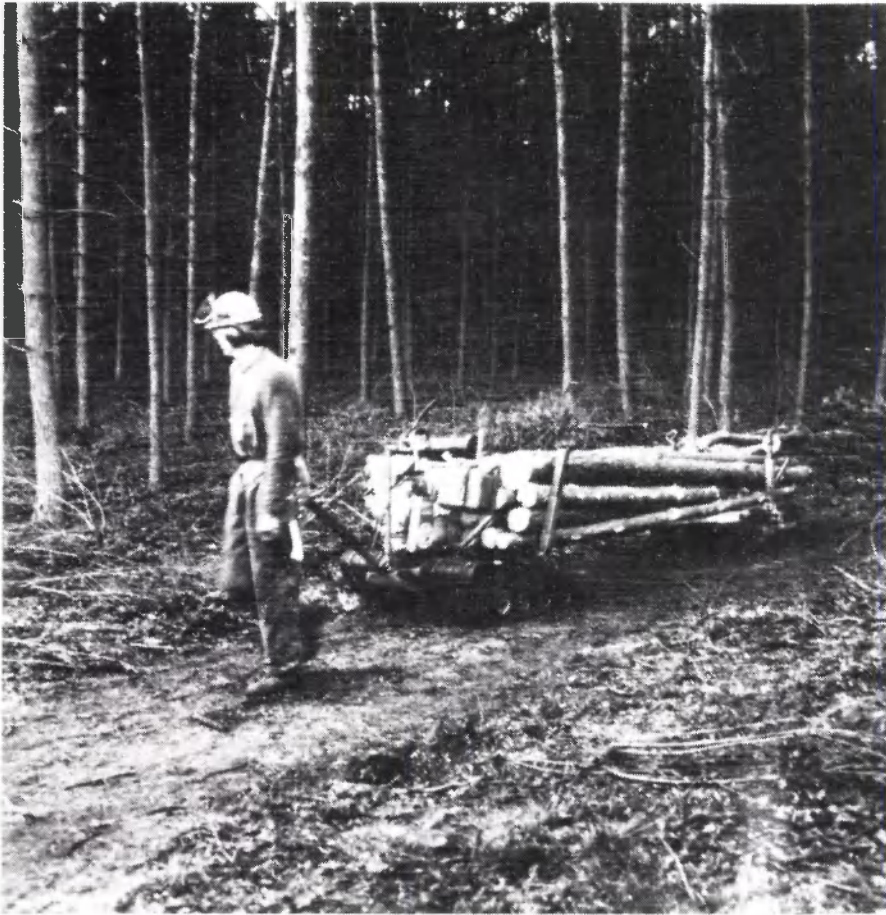
1.1. Techniek

De Last-Pakker is voorzien van een Honda G200-SA6 ééncilinder, viertakt 3.7 kW benzinemotor. De motor is voor op het chassis geplaatst. Erachter bevindt zich een laadplatform. Tussen het laadplatform en de motor zit een laadschot van draadwerk. Dit schot beschermt de motor bij het laden. Eveneens aan de voorzijde gemonteerd zijn een handlier, een laad-/ rolbok en een houder voor de kettingzaag. Een brandstofjerrycan, pak- en sleephaken etc. laten zich op eenvoudige wijze aan het laadschot bevestigen.

De machine wordt bestuurd met behulp van een stuurboom. Deze is voorzien van een gashendel en een hendel voor achter - en vooruit. De bedieningsman loopt voor de machine uit. Door de stuurboom in de gewenste rijrichting te bewegen, ontkoppelt een rups, waardoor de Last-Pakker draait. De niet aangedreven rups wordt echter niet geblokkeerd. Hierdoor en door de lage bodemdruk¹⁾ treedt schade aan de bodem in de opstand nauwelijks op.

Bij de korthoutmethode wordt de machine doorgaans¹⁾ gebruikt in combinatie met een bogie. Dit aanhangwagentje bestaat uit een frame dat op tandemmassen staat. Op het frame zijn twee wegklapbare rongen geplaatst die de lading bij elkaar houden tijdens het transport. Deze rongen dienen ook als steunpunt voor een verstelbare vel-rolbok. De bogie wordt met een in lengte verstelbare trekstang verbonden aan de Last-Pakker. Ter voorkoming van contactschade aan bomen, zijn ter hoogte van de tandemmassen, twee horizontaal geplaatste rubberwielletjes gemonteerd die buiten de wielen uitsteken. Lengten tot 4 à 5 m kunnen met deze bogie vervoerd worden.

¹⁾ Stamstukken tot ca. 2 m kunnen ook zonder bogie vervoerd worden, de maximale lastgrootte neemt dan echter sterk af.



De last-pakker JH-125.

- 1) Niet beladen 0.37 kg/cm^2 , met 600 kg last 0.75 kg/cm^2 volgens Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (1987)

De combinatie Last-Pakker/bogie is compact. Hierdoor is het mogelijk in jonge opstanden met weinig standruimte te manoeuvreren. Door de verstelbaarheid van de bogietrekstang is aanpassing aan de opstand tot op zekere hoogte mogelijk.

Verdere gegevens:

afmetingen (lxbxh) in cm	Last-Pakker 160(excl. 120 cm stuurboom)/108/76 bogie 230-380/108/89
leeggewicht	300 kg, excl. 67 kg bogie
laadcapaciteit	ca. 1 m^3 bij 3-4 m lengtes
max. snelheid	3.5 km/uur vol belast
draaicirkel	3400 mm met bogie

1.2. Werkmethode

De Last-Pakker kan als uitdraagwerktuig gebruikt worden en als sleper. In het onderzoek is alleen gekeken naar het gebruik als uitdraagwerktuig. Motieven hiervoor worden gegeven in hoofdstuk 5. Naast de Last-Pakker werd gebruik gemaakt van een standaard veluistrusting.



De werkbankfunctie staat centraal.

Centraal bij de werkmethode staat de werkbankfunctie van de Last-Pakker. Deze is daartoe uitgerust met een laad-/rolbok die op de machine vastzit. Op de bogietrailer zit eveneens een rolbok. Deze is in verschillende standen op de bogie te plaatsen. De machine wordt naast een boom geplaatst in het verlengde van de velrichting, zodanig dat de bogierol zich op 1-3 m afstand van de boom bevindt. De boom wordt op deze rol geveld, tegengesteld aan de rijrichting. Hierbij werkt de rol als draaipunt. Het ondereind komt nu tussen knie- en heuphoogte te liggen waarbij het topeind op de grond rust. Snoei-, kort- en laadactiviteiten kunnen daardoor rechtopstaand uitgevoerd worden.

Blijft een boom tijdens de val hangen in het kronendak dan wordt hij ten val gebracht door de Last-Pakker vooruit te rijden waarbij het ondereind van de boom op de bogierol rust. Het gebruikelijke "onderuit lopen" wordt vervangen door "onderuit rijden".

De baard wordt verwijderd, waarna een meetband aan de stamvoet wordt bevestigd. De stam wordt gesnoeid en met de zaag gemerkt op lengtes van 4.12 m en een eventueel topstuk op een lengte van 2.06 m. Het hout werd als 2.06 m lang papierhout verkocht. Bij transport van 4.12 m stukken wordt de lastcapaciteit beter benut. Na het aftoppen en korten wordt het topstuk met een handsappie meegetrokken naar de Last-Pakker en op het laadplatform gelegd. Het resterende stamdeel wordt vervolgens op de rol van de Last-Pakker getrokken waarna wederom gekort wordt. Het onderstuk valt daarbij op de rest van de lading. Het middenstuk wordt over de bogierol aan de lading toegevoegd. Hierna herhaalt de cyclus zich totdat 0.8 tot 1.0 m³ hout geladen is. Het is van groot belang een dunningsroute te kiezen waarin enerzijds zo min mogelijk gemanoeuvreerd hoeft te worden en anderzijds de maximale vrachtgrootte bereikt wordt op een zo klein mogelijke afstand tot de losplaats. Dit betekent dat er zoveel mogelijk in een rechte lijn door de opstand gereden wordt. De breedte van het werkveld (strookbreedte) is afhankelijk van de afstand tussen de bomen, de uitrijafstand en de te oogsten houtmassa. De vracht wordt vervolgens uitgereden naar de bosweg en daar met de hand gelost. Ook hierbij wordt de bogierol als draaipunt gebruikt. De 4.12 m delen worden op de stapel gekort tot 2.06 m sortiment.

2. ONDERZOEK

In tabel 1 worden de gegevens vermeld van de opstand waarin het onderzoek heeft plaatsgevonden. Deze opstand wordt beschouwd als representatief voor het inzetgebied van de Last-Pakker onder Nederlandse omstandigheden. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, en bleef beperkt tot een opstand.

Tabel 1. Opstandsgegevens

houtsoort	stamtal/ha voor dunning	stamtal/ha na dunning	gem.dbh gevelde bomen (cm)	gem.inhoud gevelde bomen (m ³)	geoogst volume/ha (m ³)
groveden	ca. 1200	ca. 1060	15	0.100	14

De helft van de opstand werd volgens de traditionele langhout-methode geoogst. De bomen werden geveld, gesnoeid en getopt in het bos. De stammen werden voorgeconcentreerd in handkracht en daarna met een paard met sleepketting in vrachten van ca. 1-4 stuks uitgesleept. Het hout werd aan de bosweg gekort tot 2.06 m sortiment.

De andere helft van de opstand werd met behulp van de Last-Pakker geoogst. In het onderzoek werd van tevoren een dunningsroute aangegeven omdat het kiezen van de juiste dunningsroute, een bedrevenheid vraagt die niet in een week verkregen kan worden. Door het uitzetten van de route, met merklinten, werd dit probleem in het onderzoek omzeild. Normaal gebeurt dit uiteraard niet. De uitdraagafstand bedroeg gemiddeld ca. 100 m, de strookbreedte 10 - 15 m.

3. UITKOMSTEN

3.1. Inzet

Uit eigen ervaring bleek dat de inzet van de Last-Pakker met bogie-trailer beperkingen ondervindt van de dichtheid van de opstand, de diameter van het te vellen hout en de terreingesteldheid. Hoe dichter de opstand hoe moeilijker het is er door heen te rijden en dat geldt zeker voor het rijden met relatief lange lasten. De ruimte tussen de bomen moet gemiddeld tenminste 3 m bedragen (Roelofs en Mrofcynski, 1987). De maximale diameter van het te vellen hout ligt op ca. 20 cm dbh. Bij zwaardere stammen lijdt het materieel te veel en wordt het fysiek te zwaar om het hout te laden. Het terrein moet redelijk vlak zijn om goed te kunnen werken. Bovendien bemoeilijkt de aanwezigheid van veel takhout en/of ondergroei het werk.

Uit praktijktesten van het Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (1987) blijkt de Last-Pakker ook bij dunning van fijnspar, lariks en douglas te voldoen. Men concludeert dat de machine inzetbaar is in niet te dichte jonge opstanden bij voorconcentreren en uitrijden. Vooral voor het werken op natte en drukgevoelige bodems is de Last-Pakker bijzonder geschikt. Bij zwaarbetakte bomen wordt het gebruik van een losse velbok noodzakelijk geacht omdat het gericht vellen hier moeilijk is.

3.2. Tijdstudie

Van de oogst met behulp van de Last-Pakker en volgens het langhoutsysteem zijn tijdstudies gemaakt. De verdeling van de tijd over de verschillende werkelementen wordt in tabel 2 weergegeven. De elementen zijn voor de Last-Pakker (A) en de langhoutmethode (B):

vellen	A ten val brengen op de velbok
	B ten val brengen op de grond in de juiste velrichting
snoeien	A rondom zonder de stam te draaien
	B de bovenkant en de zijden, draaien met de kantelhaak, de onderzijde

- lopen A - (zie transport)
 B van boom naar boom door de veller
- laden A hout op de Last-Pakker laden m.b.v. de rolbok en het
 handsappie
 B de stam met de ketting aan het paard koppelen
- transport A van boom naar boom rijden en van en naar de losplaats
 B stammen naar de losplaats slepen, terug de opstand in
- lossen A hout m.b.v. de rolbok op een stapel leggen
 B hout op de kavel trekken, de ketting losmaken
- korten/
stapelen A korten in het bos tot 4.12 m, 4.12 m delen halveren op de
 stapel
 B stammen tot 2.06 m sortiment zagen en op de stapel leggen

Tabel 2. Gemiddelde tijden per werkelement in min./m³ met schors en hun procentuele verdeling. Lastgrootte gemiddeld 1 m³, transportafstand gemiddeld per last ca. 100 m.

element	Last-Pakker		langhout	
	min./m ³	%	min./m ³	%
			veller	voerman korter
vellen	21.09	21.7	29.29	40.1
snoeien	19.68	20.3	39.58	54.2
lopen *)	-	-	4.16	5.7
				— +
				100.0 %
laden	20.67	21.3	5.12	22.8
transport	11.80	12.2	15.36	68.4
lossen	10.95	11.3	1.99	8.8
				— +
				100.0 %
korten/stapelen	12.85	13.2	36.60	100.0 %
				— + — + — + — + —
subtotaal min./m ³		100.0 %	73.03	22.47 36.60
				—
Totaal min./m ³	97.04		132.10	
m ³ /uur	0.62		0.45	

*) looptijd maakt bij Last-Pakker deel uit van transporttijd

De in tabel 2 gepresenteerde tijden zijn inclusief 65% Algemene Tijd¹⁾ voor het vellingswerk met de motorkettingzaag en 40% voor overige activiteiten. De percentages Algemene Tijd werden toegekend op grond van algemene richtlijnen van het Staatsbosbeheer en een advies voor Algemene Tijd voor vellingswerk (Schaap, 1986).

Uit vergelijking van de totaaltijden in tabel 2 en statistische analyse in bijlage 1. blijkt dat het oogststelsel met de Last-Pakker een hogere uurproductie heeft dan het traditionele langhoutstelsel. Uit de analyse blijkt dat door de Last-Pakker op de volgende cyclus-elementen tijdwinst wordt behaald:

- het niet meer nodig hebben van hulp van derden wanneer bomen blijven hangen. Hiervoor wordt de Last-Pakker gebruikt.
- de grotere vrijheid bij de keuze van de velrichting; de veller rijdt het hout meteen zelf uit en hoeft dus geen rekening te houden met de ligging.
- het gemakkelijker snoeien op heuphoogte.
- het gedeeltelijk korten op de Last-Pakker waarbij de stammen schoon zijn en de ketting dus minder vaak geslepen hoeft te worden.
- transport: het afleggen van dubbele afstanden wordt grotendeels vermeden. Bij de langhoutmethode leggen veller en sleper beide dezelfde afstand af. De Last-Pakker legt die afstand slechts een keer af.

3.3. Kosten

Voor berekening van de kosten per m³ geoogst hout is uitgegaan van de volgende tarieven:

- loonkosten (incl. sociale lasten) per uur	f 32.50
- voerman met Nederlands trekpaard per uur	f 37.50
- motorkettingzaag per uur	f 6.00
- Last-Pakker per uur	f 12.50

¹⁾ Volgens Lammerts van Bueren en Leek (1976) bestaand uit aan- en aflooptijd, bijkomende tijd, wachttijd en rusttijd.

Voor de loonkosten is uitgegaan van het voorberekende manuur-CAO bosbouw. Voor paard en motorkettingzaag is gebruik gemaakt van richtlijnen van de Werkgroep Machinekosten, onderdeel van de Raad voor Bedrijfskunde in de Landbouw (1986).

De uurkosten van de Last-Pakker zijn berekend op basis van 500 draaiuren per jaar, zie bijlage 2. Als technische levensduur wordt door de fabrikant 2500 draaiuren opgegeven. De economische levensduur wordt op vijf jaar geschat. Bij daling van het aantal draaiuren per jaar beneden de 500 stijgen de uurkosten sterk, bij stijging van het aantal draaiuren dalen de kosten weinig. In bijlage 3 zijn de machineurkosten bij 200, 300, 400, 500 en 600 draaiuren per jaar berekend.

Statistische analyse (bijlage 1) wijst uit dat beide methoden even duur zijn¹⁾. De kosten bedragen f 78,- tot f 88,20 met een gemiddelde van f 83,10 per m³.

3.4. Ergonomie

In het onderzoek werd vooral aandacht besteed aan de vergelijking van de fysieke belasting tijdens het vellen en snoeien bij gebruik van de Last-Pakker en oogst volgens het langhoutsysteem. Daarnaast werd gekeken naar veiligheid en taakstelling bij inzet van de Last-Pakker.

3.4.1. Fysieke belasting

Uit eerder onderzoek (De Brabander, 1985) naar werkhoudingen blijkt dat de rug tijdens de traditionele velling 60% van de totale werktijd statisch belast wordt. Bovendien is bekend uit onderzoek van o.a. Nguyen van Lai (1981) en Bloch (1984) dat de lichamelijke belasting bij velling hoog is. Geadviseerd wordt te streven naar vermindering van de fysieke belasting en zoveel mogelijk afwisseling van werkhoudingen.

Uit de tijdstudie resultaten (tabel 2) blijkt dat de inzet van de Last-Pakker tot gevolg heeft dat de percentages vel- en snoeitijd respectievelijk tot de helft en eenderde teruggebracht worden. Juist bij deze activiteiten is de rugbelasting hoog omdat in gebogen houding wordt gewerkt. De lage vel- en snoeitijden zijn enerzijds het gevolg

1) F-toets op varianties $p = 0.1419$, T-toets op gemiddelden $p = 0.8941$, schatting van het 95%-betrouwbaarheidsinterval bij $n=115$.

van integratie van vellen, korten en transport, en anderzijds het effect van de "werkbankfunctie" van de Last-Pakker. Door integratie wordt regelmatig van houding gewisseld. Bovendien wordt door het gebruik van de rol-(vel/-laad)bokken tijdens het snoeien rechtopstaand gewerkt. Ook het gebruik van de velbok en de handlier bij het ten val brengen van bomen die in het kronendak zijn blijven hangen, vermindert de fysieke belasting.

De belasting is niet gemeten. Of en in hoeverre de algehele fysieke belasting, gemeten over bijvoorbeeld een dag, daalt bij gebruik van de Last-Pakker zal nog moeten worden vastgesteld.

3.4.2. Veiligheid

Een knelpunt bij het werken met de Last-Pakker is de factor veiligheid. Bij het ten val brengen draait de stam om de rol-/velbok waarbij de stamvoet omhoog zwaait. De veller staat tijdens het vallen van de boom opzij achter de stam en bevindt zich dus vlakbij de baan die de stamvoet beschrijft.

Valt een boom schuin van de veller af dan moet hij opzij stappen om de boom te ontwijken. Alleen oplettendheid van de veller en het tijdig ontwijken van de stamvoet voorkomt hier ongelukken. Bij introductie van de Last-Pakker is een goede instructie daarom onontbeerlijk. Tijdens het onderzoek bleek het opzwaaien van de stamvoet geen onoverkomelijk probleem.

De Last-Pakker is door het Duitse "Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik" met positief resultaat op veiligheid gekeurd (nr. 118/86).

3.4.3. Taakstelling

Het gebruik van de Last-Pakker houdt een verruiming in van het takenpakket van de bosarbeider. Deze taakverruiming werd door de bij het onderzoek betrokken arbeiders als positief ervaren. Door integratie van het vellen, transport en korten/stapelen neemt de gemotiveerdheid om alle onderdelen op de juiste wijze uit te voeren toe. Het "afmaken" van de opstand krijgt de betekenis "klaar voor verkoop, hout leveren aan de bosweg" en dat is dan een geheel persoonlijke prestatie.



Vellen op de velbok.

De bosarbeider krijgt door gebruik van de Last-Pakker ook een grotere verantwoording te dragen. Het werk is afwisselend. Dit alles samen met een vermoedelijk geringere algehele fysieke belasting deed de arbeidsmotivatie en -vreugde toenemen.

Tijdens het werk is de noodzaak tot persoonlijk contact minder direct aanwezig dan bij de traditionele vellingsmethoden; de behoefte aan rust daalt (Prufbericht KWF, 1987), regelmatig samen vijf minuten uitblazen is er niet meer bij. De Last-Pakker fungeert als hulp bij lastige bomen. Het teamwerk dat een jonge dunning nogal eens vraagt verdwijnt. De betrokken arbeiders vonden de vermindering van het persoonlijk contact minder belangrijk dan de voordelen die het gebruik van de machine biedt.

4. DISCUSSIE

Het langhoutsysteem waarbij het hout in stamlengten wordt uitgesleept wordt in Nederland veel meer toegepast dan het korthout-systeem, waarbij sortimenten worden uitgereden. Stamhout biedt de handel de mogelijkheid om zelf te bepalen welke sortimenten gezaagd worden. Vaak heeft de houtproducent te weinig zicht op de markt om zelf de gevraagde sortimenten aan te kunnen bieden.

Vanuit dit gezichtspunt is de Last-Pakker als uitsleepwerktuig in Nederland belangwekkender dan als uitdraagtrekker. Door de toekomstige capaciteitverdubbeling van Parenco, een van de grootste papierfabrikanten van Nederland, is echter een toenemende vraag naar papierhout te verwachten. De interesse voor het korthoutsysteem en daarmee voor uitdraagtrekkers zal daardoor groter worden.

Uit onderzoek (Prufbericht KWF, 1987) blijkt aan het gebruik van de Last-Pakker als uitsleepwerktuig een aantal bezwaren te kleven. De beperkte eigen ervaring komt overeen met de Duitse resultaten:

- de maximale lastcapaciteit is bij uitslepen de helft van die bij uitdragen; uitslepen vraagt meer vermogen dan uitdragen, door een ongunstige gewichtsverdeling treedt sneller slip op.
- door de lagere lastcapaciteit is het uitslepen met de Last-Pakker duurder dan het uitslepen met het paard.
- het manipuleren wordt sterk bemoeilijkt, de geschiktheid voor gebruik in dichte opstanden neemt daardoor af, de kans op schade aan de opstand neemt toe.
- er treedt bodemverwonding op, er ontstaan sleepsporen.
- tenzij van extra hulpmiddelen (bv. een extra velbok) gebruik gemaakt wordt, vervalt de werkbankfunctie grotendeels.

Op grond van deze nadelen is besloten het onderzoek te beperken tot het gebruik van de Last-Pakker als uitdraagtrekker.

Recent is men in Scandinavië gestart met de ontwikkeling van hulpmiddelen die een aantal nadelen van de Last-Pakker bij gebruik als uitsleepwerktuig moeten opheffen. Ook wordt gewerkt aan verbetering

van de uitdraagversie; door het aanbrengen van een nieuw lossysteem op de bogie-trailer heeft men de lostijd terug kunnen brengen tot naar schatting een tiende van de in tabel 2 genoemde waarde (Mondelinge mededeling P.D. Kofman, 1987).

Door het gebruik van andere rupsbanden en toepassing van een variomatic-overbrenging is de slipgevoeligheid sterk verminderd.

In de komende jaren is onderzoek naar het gebruik van de Last-Pakker zowel in de uitdraag- als uitsleepversie wenselijk.

Duidelijk is dat onderzoek naar het effect op fysieke belasting bij gebruik als uitdraagtrekker zichtbaar moet maken in hoeverre de Last-Pakker bijdraagt aan verlaging van de belasting bij vellingswerk. Meetgegevens daarover ontbreken. Gezien de huidige positieve resultaten is een vergelijking van de Last-Pakker als uitdraagtrekker met een andere, meer gangbare machine - bijvoorbeeld de Norcar 490- zeker zinvol.

Onderzocht zou moeten worden in hoeverre technische verbeteringen de Last-Pakker geschikter maken als uitsleepwerktuig. Een vergelijking met de traditionele langhoutmethode waarbij uitgesleept wordt met een paard zou de economische en ergonomische waarde als uitsleepwerktuig duidelijk kunnen maken.

5. CONCLUSIES

De Last-Pakker kan onder Nederlandse omstandigheden met succes als uitdraagtrekker worden ingezet in jonge dunningen van groveden volgens de korthoutmethode, gericht op toekomstbomen. De dbh van de dunningsbomen mag daarbij de 20 cm niet overschrijden, de standruimte moet gemiddeld tenminste 3 m bedragen.

Het gebruik van de Last-Pakker biedt duidelijk ergonomische voordelen. Het werk wordt als fysiek minder belastend, afwisselender en motiverender ervaren. Arbeidsfysiologische metingen zullen in een vervolgonderzoek aan moeten tonen of de fysieke belasting als geheel inderdaad lager is dan bij de traditionele oogstmethode.

Het oogststelsel met de Last-Pakker geeft een ca. 40% hogere uurproductie dan het traditionele langhoutsysteem. Dit is vooral het gevolg van kortere snoei-, kort- en stapeltijden.

Deze tijdwinst leidt niet tot een wezenlijk verschil in kosten per m³ hout. Beide methoden blijken even duur te zijn.

LITERATUUR

- Bloch, G.W. 1984. Beiträge zur Analyse und Synthese eines Mensch-Maschine-Systems dargestellt am Beispiel der Motorsäge. Mitteilungen Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, Nr. 147. 195 p.
- Brabander, P.T. de. 1985. Interimrapport betreffende onderzoek naar de fysieke belasting van de arbeiders Staatsbosbeheer, Rijks Geneeskundige Dienst, afdeling Arbeidshygiëne en Ergonomie, 's-Gravenhage. 65 p.
- Håkansson, M. & T. Nordfjell, 1985. Minilunnare / Arbetsmethod. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institut för Skogsteknik, Uppsala. 6 p.
- Interim Normenboek Terreinbeheer. 1986. Normstelling en Planning, Staatsbosbeheer, Utrecht.
- Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik, Prüfbericht Klein-Raupenschlepper Eisenpferd JH 125. Entwurf 13.5.1987. Gross-Umstadt.
- Lammerts van Bueren, E.M. & N.A. Leek. 1976. Begrippen en definities voor produktiviteitsmeting in de bos- en landschapsbouw. Nederlands Bosbouwtijschrift 48(11): 225-228.
- Lai, N. van. 1981. Kriterien zur Festsetzung von Erholzeiten bei der Holzernte nach den EST-Standardarbeitsverfahren. Mitteilungen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Baden-Württemberg, nr. 100. 143 p.
- Roelofs, G. & F. Mrofcynski. 1987. Werken met de Last-Pakker in Nederland. Stageverslag Middelbare Bosbouw en Cultuurtechnische School, Velp. 26 p.
- Schaap, L. 1986. Algemene tijden van werkzaamheden in de bos- en landschapsbouw en het natuurbeheer. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 444, 53 p.

BIJLAGEN

Statistische analyse tijdstudieresultaten

Uitgevoerd werd voor zowel de kosten per boom als de tijd per boom:

- 1 - vergelijking van de steekproefvarianties en vergelijking van de steekproefgemiddelden bij onbekende populatievariantie bij gelijkheid en ongelijkheid van de populatievarianties.
- 3 - berekening van het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor het berekende gemiddelde.

Aangenomen werd dat de steekproeven normaal verdeelde populaties vertegenwoordigen.

ANALYSE DUNNINGSTIJDEN PER BOOM

- Analyse van dunningstijd. Vergelijking van de steekproefgemiddelden bij onbekende -gelijke en ongelijke- populatievarianties.

DIFFERENCES ON SINGLE VARIABLES

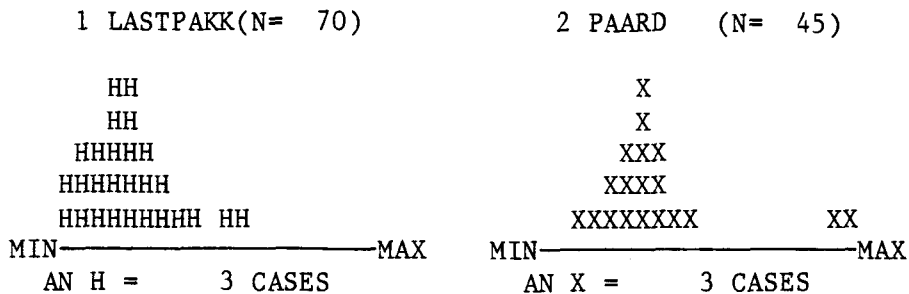
```
*****
* TIJD      * VARIABLE NUMBER  2      GROUP    1 LASTPAKK  2 PAARD
*****
                                  MEAN          9.7199  13.1531

          STATISTICS    P-VALUE  DF      STD DEV    3.3133  4.1059
          S.E.M.        0.3960  0.6121
T (SEPARATE)    -4.71 0.0000  79.6    SAMPLE SIZE    70    45
T (POOLED)     -4.93 0.0000  113    MAXIMUM      19.6500  30.9100
                                  MINIMUM      4.0300  7.9700

F(FOR VARIANCES)
  LEVENE        0.04 0.8516    1, 113
```

De F-toets levert een niet significant verschil ($p=0.8516$) in varianties, de T-toets op gelijkheid van gemiddelden levert een wel significant verschil ($p=0.0000$ T-pooled). Voor de schatting van het betrouwbaarheidsinterval van de gemiddelden moet de gepoolde variantie gebruikt worden.

Frequentieverdeling



De uitschieters aan de rechterzijde van de verdelingen worden veroorzaakt door bomen die tijdens het ten val brengen blijven steken in het kronendak.

Gebruik van de Last-Pakker maakt het makkelijker om alsnog de boom op de grond te brengen; het gat tussen tijdwaarnemingen van "hangers" en de rest van de gevelde bomen is dan ook kleiner dan bij de langhoutmethode. De bosarbeider moet in het laatste geval de bomen onderuitlopen; hij doet dit door de boom aan de stamvoet op te tillen en daarna tegengesteld aan de velrichting te lopen.

- Analyse van dunningstijd van de Last-Pakker. Berekening 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de gemiddelde dunningstijd.

$$\text{Gepoolde variantie} = S^2 = (n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2 / n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{substitutie var.} = 69 \cdot (3.313)^2 + 44 \cdot (4.1059)^2 / 70 + 45 - 2 = 13.2677$$

Sd is dan 3.6424

$$\text{ST.ERR. OF MEAN ; } 3.6424 / \sqrt{70} = 0.435$$

VARIABLE NO. NAME	TOTAL FREQUENCY	MEAN	STANDARD DEVIATION	ST.ERR. OF MEAN
1 TIJD	70	9.720	3.313	0.435

$$t(113, 0.05) = 1.98$$

$$\text{MEAN} - \text{ST.ERR. OF MEAN} \cdot 1.98 < \mu < \text{MEAN} + \text{ST.ERR. OF MEAN} \cdot 1.98$$

$$\text{substitutie} \quad 8.86 < 9.720 < 10.58$$

De gemiddelde dunningstijd voor deze methode bedraagt dus 9.72 minuten met een 95%-betrouwbaarheidsinterval van 8.86 - 10.58 minuten per boom.

- Analyse van de dunningstijd bij het langhoutsysteem waarbij uitgesleept werd met een paard. Berekening 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de gemiddelde dunningstijd.

$$\text{gepoolde variantie} = S^2 = (n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2 / n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{substitutie var.} = 69 \cdot (3.313) + 44 \cdot (4.1059) / 70 + 45 - 2 = 13.2677$$

Sd is dan 3.6424

$$\text{ST.ERR. OF MEAN ; } 3.6424 / \sqrt{45} = 0.543$$

VARIABLE NO. NAME	TOTAL FREQUENCY	STANDARD MEAN DEVIATION	ST.ERR. OF MEAN
1 TIJD	45	13.153 4.106	0.543

$$t(113, 0.05) = 1.98$$

$$\text{MEAN} - \text{ST.ERR. OF MEAN} \cdot 1.98 < \mu < \text{MEAN} + \text{ST. ERR. OF MEAN} \cdot 1.98$$

substitutie 12.08 < 13.15 < 14.23

De gemiddelde dunningstijd voor deze methode bedraagt dus
13.15 minuten met een 95%-betrouwbaarheidsinterval van 12.08-
14.23 minuten per boom.

ANALYSE DUNNINGSKOSTEN PER BOOM

Analyse van dunningskosten. Vergelijking van het steekproefgemiddelde bij onbekende - gelijke en ongelijke - varianties.

DIFFERENCES ON SINGLE VARIABLES

* KOSTEN	* VARIABLE NUMBER	2	GROUP	1 LASTPAKK	2 PAARD
*****			MEAN	8.2606	8.3913

	STATISTICS	P-VALUE	DF	STD DEV	2.8174	2.6487
				S.E.M.	0.3367	0.3948
T (SEPARATE)	-0.25	0.8016	98.2	SAMPLE SIZE	70	45
T (POOLED)	-0.25	0.8041	113	MAXIMUM	16.7000	19.8000
				MINIMUM	3.4300	5.0800

F(FOR VARIANCES)

LEVENE	2.19	0.1419	1, 113
--------	------	--------	--------

De F-toets levert een niet-significant verschil ($p=0.1419$) in varianties, de T-toets op gelijkheid van gemiddelden levert eveneens een niet-significant verschil ($p=0.8041$ T-pooled).

Frequentieverdeling

1 LASTPAKK(N= 70)	2 PAARD (N= 45)
H HH H HHHHH H HHHHH H HHHHHHHHHHHH HHH MIN-----MAX AN H = 3 CASES	X XXXX XXXXX XXXXXXXX XX MIN-----MAX AN X = 3 CASES

- Analyse van dunningskosten waarbij de Last-Pakker en traditionele langhoutmethode als een "populatie" beschouwd zijn op grond van de vorige analyse. Berekening 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de gemiddelde dunningskosten.

VARIABLE	TOTAL	STANDARD	ST.ERR.
NO. NAME	FREQUENCY	MEAN DEVIATION	OF MEAN
1 KOSTEN	115	8.312	0.2557

MEAN - ST.ERR. OF MEAN * 1.979 < MU < MEAN + ST. ERR. OF MEAN * 1.979
 substitutie 7.80 < 8.31 < 8.82

De gemiddelde dunningskosten voor beide methoden bedragen dus f 8.31 met een 95%-betrouwbaarheidsinterval van f 7.80 - f 8.82 per boom.

Literatuur

BMD P3D - en P1D programma voor respectievelijk student-toetsen en de berekening van de statistische grootheden.

Heisterkamp, S.H., D.H. Bretveld en R. Mazure. 1984. Handleiding voor BMDP computergebruikers. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, p. 27-30.

BIJLAGE 2

Voorbeeldberekening machinekosten
Last-Pakker

werkgebied : bosbouw datum: mei 1987
 machine/werktuig : uitdraagvoertuig
 merk/type : Last-Pakker JH 125
 nieuwwaarde : f 18500,- excl. BTW
 restwaarde : f 1850,- 10% nieuwwaarde

VASTE KOSTEN PER JAAR (A)

Afschrijving in 5 jaar	$\frac{\text{nieuwwaarde} - \text{restwaarde}}{\text{geschatte levensduur}}$	= f 3330,-
Rente	$\frac{\text{nieuwwaarde} + \text{restwaarde}}{2} * 8\%$	= f 814,-
Verzekering (2% van de nieuwwaarde)		= f 370,-
Algemene kosten materiaalbeheer (1% van de nieuwwaarde)		= f 185,-
		+ <u> </u>
	Totaal (A)	f 4699,-

VARIABELE KOSTEN PER JAAR (B)

Onderhoud en reparatie: 25 % van de afschrijving	= f 832
Brandstof en smeermiddelen: 500 uur à f 1.60	= f 800
	+ <u> </u>
	Totaal (B) f 1632

Totale kosten per jaar (A) + (B) = f 6331,-
 Aantal draaiuren per jaar (C) is 500.

Totale kosten van machine per uur $\frac{(A) + (B)}{(C)}$ = f 12,66

afgerond f 12,50

Opmerkingen: De berekening van de machinekosten is opgesteld op grond van richtlijnen van de Werkgroep Machinekosten, onderdeel van de Raad voor bedrijfskunde in de Landbouw, het Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp" en opgave van de fabrikant. In Nederland bestaat onvoldoende ervaring met de machine om scherp te kunnen calculeren.

BIJLAGE 3.

Invloed van het aantal draaiuren per jaar op uurkosten
Last-Pakker.

De economische levensduur is op 5 jaar geschat, de technische levensduur op 2500 draaiuren. Bij berekening van de afschrijving is beneden de 500 draaiuren per jaar de economische levensduur als afschrijffperiode gebruikt, daarboven de technische levensduur. Bij 500 draaiuren per jaar vallen economische en technische levensduur samen.

Invloed van het aantal draaiuren per jaar op de machine-uurkosten van de Last-Pakker.

draaiuren per jaar	afschrijffperiode in jaren	afschrijving	rente, verzeke- ring, alg.kosten	vaste kosten per jaar	onderhoud en reparatie	brandstof en smeermiddelen	variabele kosten per jaar	machine-uur- kosten	machine-uur- kosten afgerond
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
200	5.0	3330	1369	4699	832.5	320	1152.5	29.26	29.50
300	5.0	3330	1369	4699	832.5	480	1312.5	20.04	20.00
400	5.0	3330	1369	4699	832.5	640	1472.5	15.43	15.50
500	5.0	3330	1369	4699	832.5	800	1632.5	12.66	12.50
600	4.2	3996	1369	5365	999.0	960	1959.0	12.21	12.00
1000	2.5	6660	1369	8029	1665.0	1600	3265.0	11.29	11.50

Meer dan 600 draaiuren per jaar lijkt bij een inzet uitsluitend in dunningen niet waarschijnlijk gezien de lengte van het velseizoen. Door de Last-Pakker ook voor andere doeleinden, zoals transport van plantmateriaal, te gebruiken kan het aantal draaiuren per jaar toenemen.